



과학적 설명

험펠의 포괄-법칙 모형과 그 비판들

설명

“왜?”라는 질문에 답하는 일



전형적인 사례

.....

➤ 피설명항(explanandum)

수은 온도계를 뜨거운 물에 갑자기 담그면, 수은주가 잠시 떨어졌다가 빠르게 올라간다.

➤ 설명항(explanans)

➤ 선행 조건 : C_1, C_2, \dots, C_k

➤ 일반 법칙 : L_1, L_2, \dots, L_r

➤ 설명의 기본 구조 : 피설명항을 일반 법칙에 포섭시킴

법칙에 대한 설명

.....

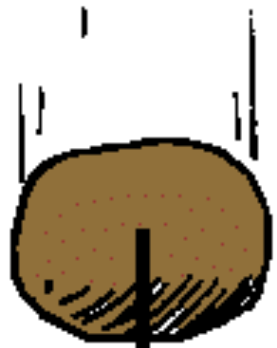
➤ 피설명항이 법칙인 경우

➤ 스넬의 굴절 법칙은 빛의 파동 이론에 의해 연역적으로 도출

➤ 갈릴레오의 자유낙하 법칙은 뉴턴의 운동 법칙과 중력 법칙과 특정한 사실들(지구의 질량과 반지름 등)로부터 도출

➤ 즉, 일반적인 규칙성(법칙)에 대한 설명은 그것을 다른 보다 심층적인 규칙성(법칙) 아래 포섭시킴으로써 이루어짐

$$m = 10 \text{ kg}$$



$$F_{\text{grav}} = 100 \text{ N}$$

$$a = \frac{F}{m}$$

$$a = \frac{100 \text{ N}}{10 \text{ kg}}$$

$$a = 10 \text{ m/s}^2$$

$$m = 1 \text{ kg}$$



$$F_{\text{grav}} = 10 \text{ N}$$

$$a = \frac{F}{m}$$

$$a = \frac{10 \text{ N}}{1 \text{ kg}}$$

$$a = 10 \text{ m/s}^2$$

험펠의 포괄-법칙(COVERING-LAW) 모형

.....

C_1, C_2, \dots, C_k (선행 조건)

설명항

L_1, L_2, \dots, L_r (일반 법칙)

E

피설명항

- (1) 설명항은 피설명항의 충분한 근거 제공(연역 논증)
- (2) 설명항 중에는 일반 법칙이 존재 & 사용
- (3) 설명항을 구성하는 문장들은 참이어야
- (4) 설명항을 구성하는 법칙들은 시험 가능해야

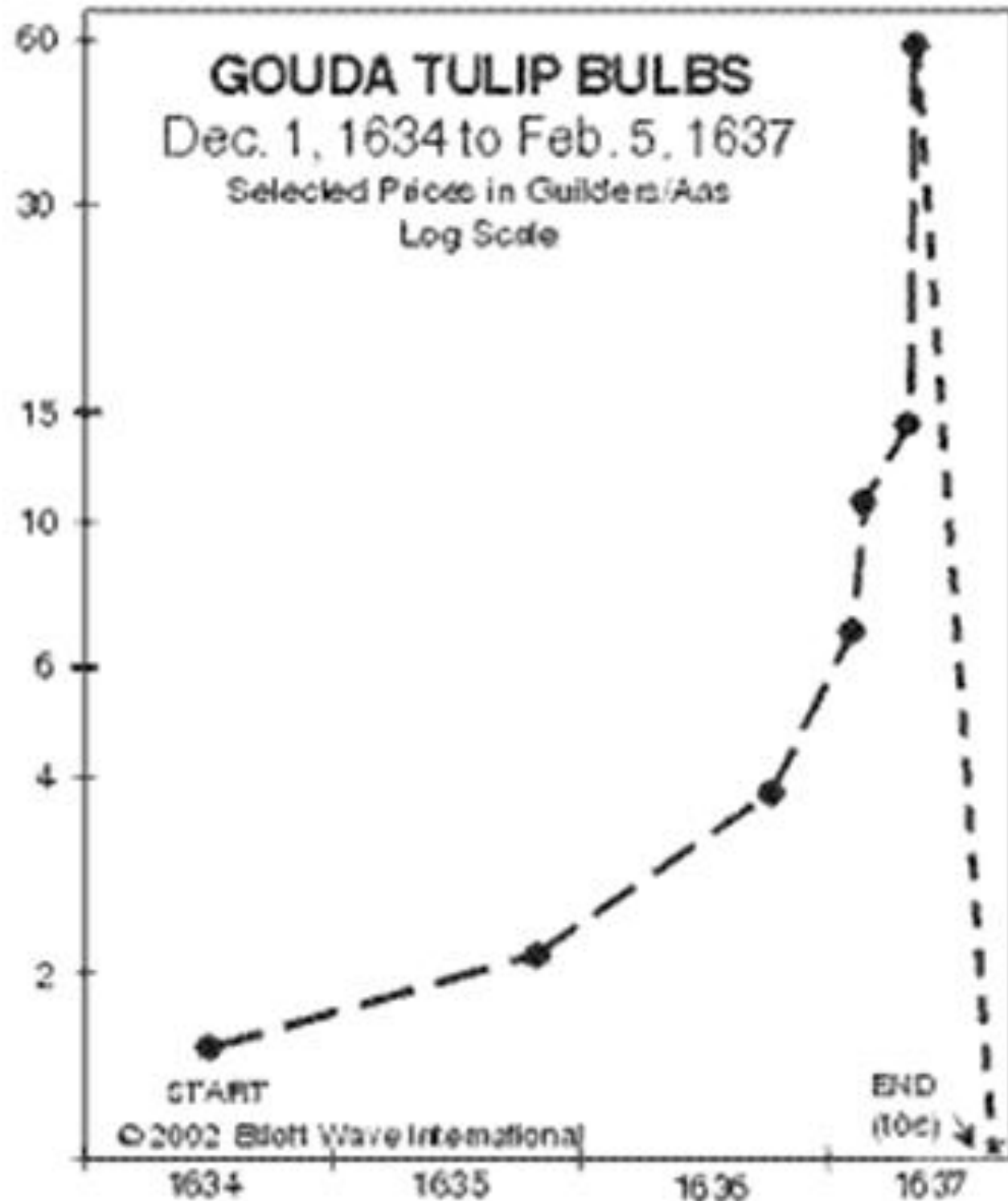


설명과 예측의 대칭성

.....

- ▶ 설명 = 피설명항에 대한 논증 = 잠재적 예측
- ▶ 잠재적 예측력이 결여된 설명은 불충분한 설명
- ▶ 반례?
 - ▶ 어떤 자동차의 전복 사고가 타이어 펑크 때문에 일어났다는 설명은 좋은 설명 아닌가?
 - ▶ 타이어 펑크라는 선행 조건으로부터 언제나 자동차 전복이 일어나는 것은 아님! 따라서 왜 전복이 일어났는지에 대한 충분한 설명 아님!
 - ▶ 이러한 불충분한 설명은 완전한 설명을 위해 앞으로 수행할 연구의 방향을 제시할 뿐!

비-물리과학에서의 설명



- ▶ 버블 붕괴 : 갑작스런 공급 증가와 수요-공급 법칙 및 개인의 경제적 행동에 대한 규칙성에 의해 설명 (불완전하지만 전형적인 포괄-법칙 설명)
- ▶ 비-물리과학의 특수성?
 - ▶ 사건의 반복불가능성
 - ▶ 과거 역사에 대한 의존성
 - ▶ 의도적 행동의 문제
- ▶ 동기에 의한 설명의 잠재적 위험성
 - ▶ 예측력 없는 사후적 설명 경솔히 구성하는 것에 그치기 쉬움.
 - ▶ 이를 방지하려면 (1) 시험 가능성과 (2) 일반 법칙 조건 만족해야.



생물학의 목적론적 설명

.....

- ▶ 왜 깃털이 생겼는가?
‘보온’ 또는 ‘비행’이라는 목적?
- ▶ 기능 또는 선택 메커니즘과 같은
비목적론적 용어로 번역 가능!

보온 또는 비행이라는 깃털의 기능이 (우연히) 그것을 가지게 된 생명체의 생존에 유리했기에 결국 그러한 특성이 살아남게 됨.

- ▶ 목적론적 고려는 보다 적합한 인과적 설명을 발견하기 위한 도구로만 사용될 수 있음



설명이란 익숙함으로의 환원?

- ▶ 인지적 의미에서의 이해와 ‘이해했다’는 심리적인 느낌 구분해야
- ▶ 과학적 설명은 익숙하지 않은 것을 익숙한 것으로 환원하는 것이 아님!
- ▶ 자유낙하는 덜 익숙한 중력 법칙에 의해 설명될 수 있음
- ▶ 익숙함을 추구한 설명들은 대개 불충분한 설명으로 귀결
- ▶ 엔텔레키 또는 생기력 : 시험 가능성과 법칙 제공(잠재적 예측)의 조건 위배

포괄-법칙 설명의 문제 1 : 대칭의 문제

1. 왜 그림자의 길이는 20m인가?

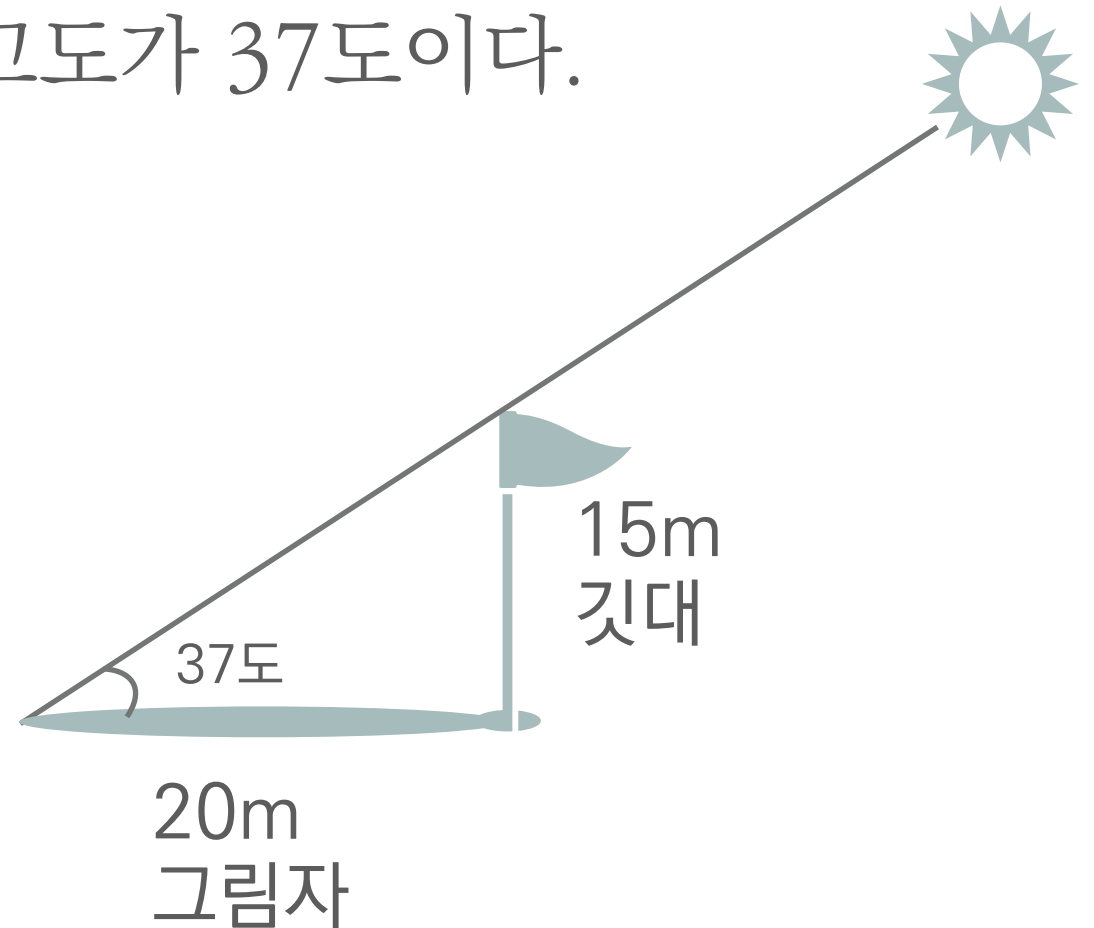
(C) 깃대의 높이가 15m이고 태양의 고도가 37도이다.

(L) 빛의 직진성 & 삼각법

2. 왜 깃대의 높이가 15m인가?

(C) 그림자의 길이가 20m이고 태양의 고도가 37도이다.

(L) 빛의 직진성 & 삼각법



L과 함께 x가 y를 설명하더라도, y가 x를 설명하진 않음!

y를 통해 x를 예측하더라도, y는 x에 대한 설명 제공 못할 수 있음!

포괄-법칙 설명의 문제 2: 무관련성의 문제

.....

➤ 헨리는 왜 임신을 하지 못했는가?

(C) 헨리는 피임약을 정기적으로 복용했다.

(L) 피임약을 정기적으로 복용한 모든 사람은 임신을 할 수 없다.

(E) 따라서 헨리는 임신을 할 수 없다.

위의 설명은 포괄-법칙 설명이지만, 좋은 설명으로 보이지 않음

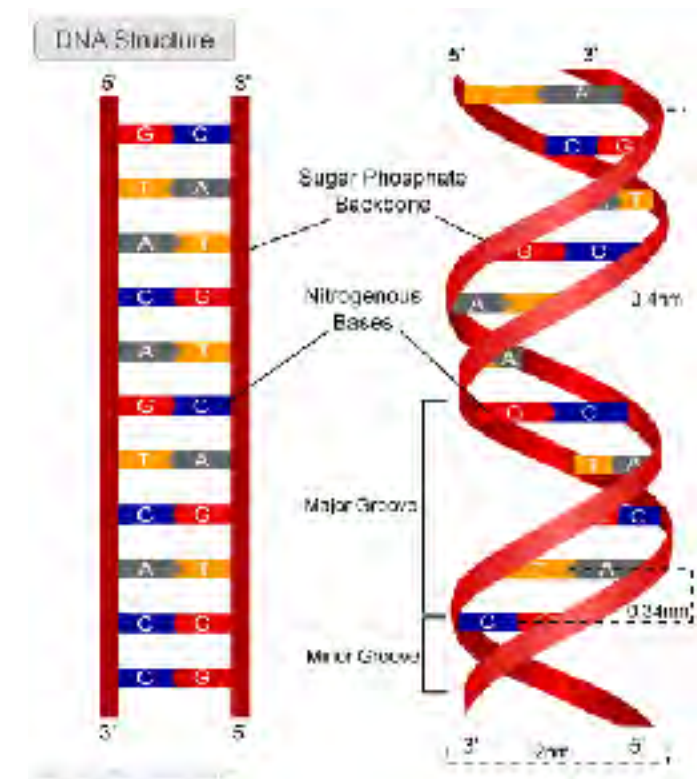
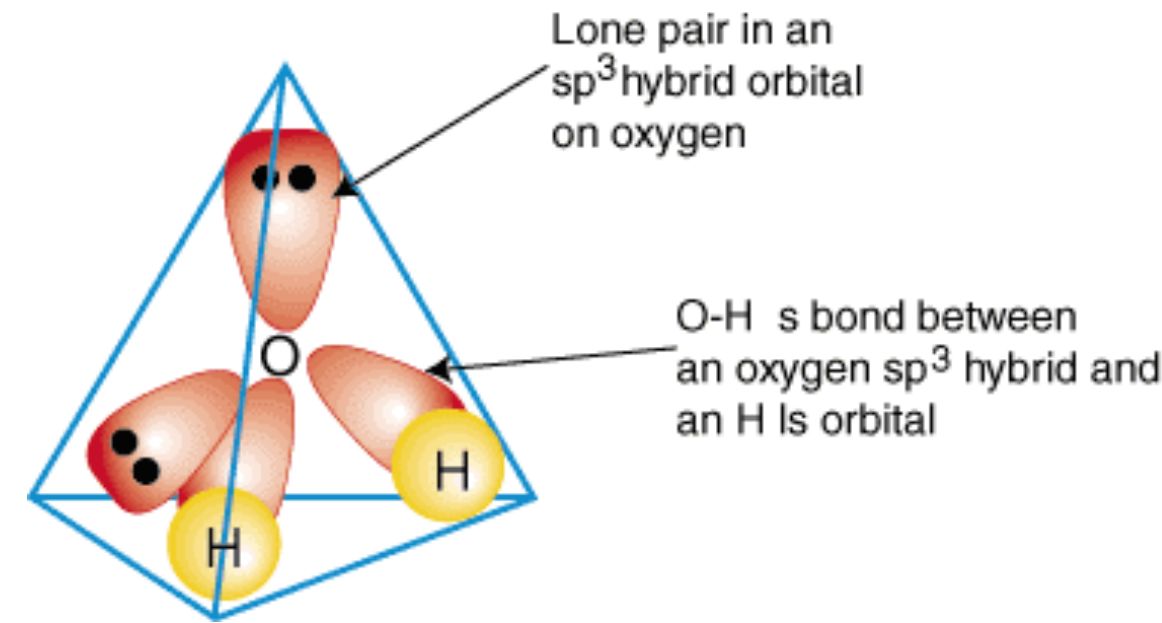
원인 제공으로서의 설명

- ▶ 장점 : 포괄 법칙 설명의 반례들에 대한 이해 제공
 - ▶ 깃대와 그림자 & 헨리의 불임
 - ▶ 인과의 비대칭성 ≡ 설명의 비대칭성
- ▶ 단점 : 모든 설명이 인과적 설명은 아님
 - ▶ 이론적 동일시에 의한 설명들 (예 : “물은 H₂O이다”)
 - ▶ 보존 법칙에 의한 설명들

설명될 수 없는 것들

- ▶ 과학의 발전과 함께 과거 설명될 수 없던 현상들도 점차 설명됨
- ▶ 그럼에도 설명 불가능한 무언가는 남을 수밖에 없음
 - ▶ 뉴턴주의 과학에서 중력은 다른 현상들을 설명해주지만,
“왜 중력이 왜 발생하는가”에 대해서는 설명할 수 없음.
 - ▶ 미래의 과학 이론에도 그 기본 원리 중 일부는 설명될 수 없음.
- ▶ 의식의 설명 불가능성 논변
 - ▶ 경험적 연구가 뇌에서 벌어지는 특정한 과정이 고통과 연결되어 있다는 것을 밝혀내더라도, 그러한 연구는 왜 그러한 뇌의 과정이 ‘고통’이라는 주관적 느낌을 수반하는지 알아낼 도리가 없음.
 - ▶ 이러한 비관적 견해는 단지 상상력 부족의 소산?

환원(REDUCTION) : 분과 과학들 사이의 설명



환원 불가능성

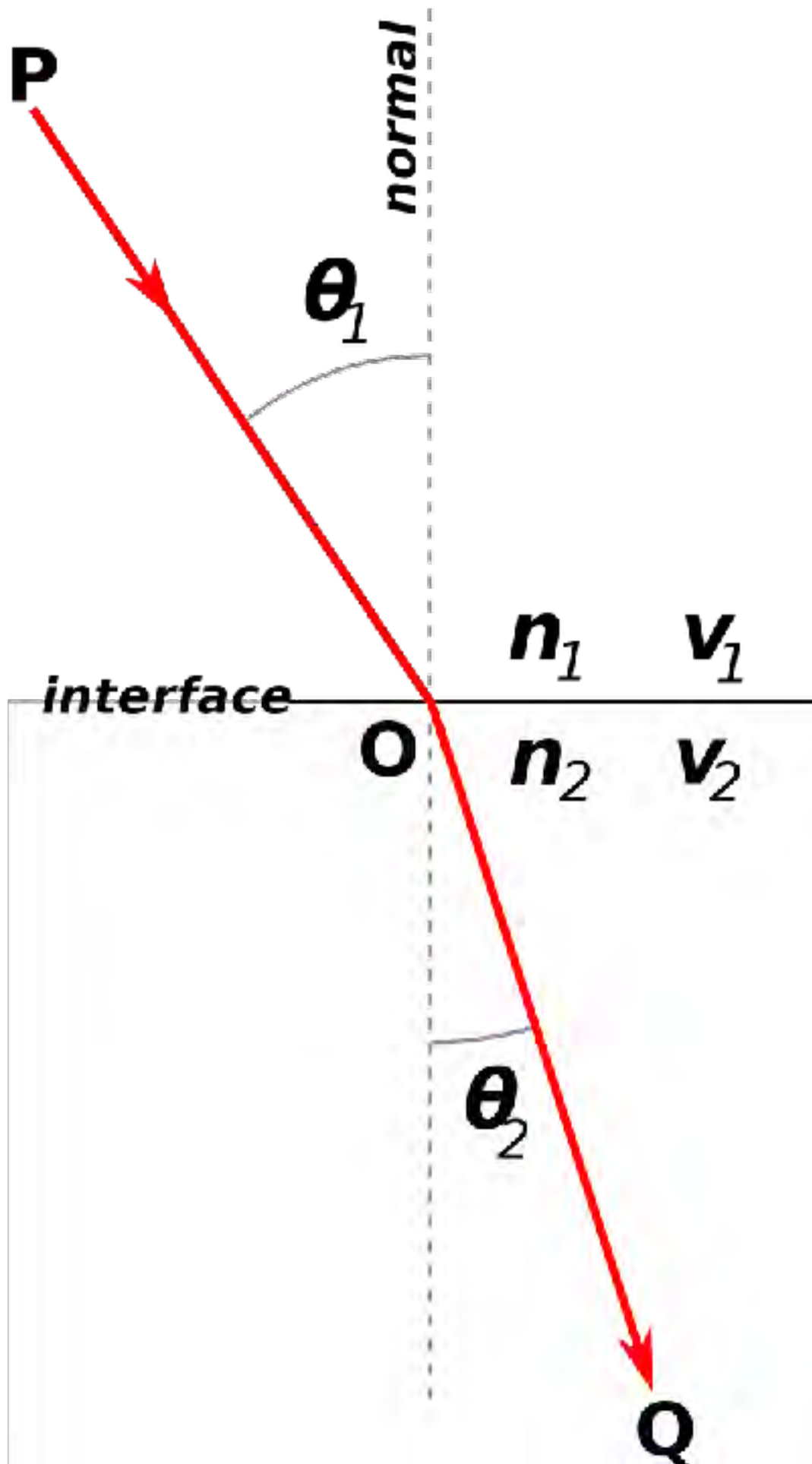
- ▶ 상위 학문이 물리학에 대해 자율적일 수 있는 이유는 무엇인가?
- ▶ 복수 실현 논변 : 상위 과학의 대상은 물리적으로 복수 실현된다
 - ▶ 의자는 서로 다른 크기, 모양, 재료로 만들어질 수 없음. 따라서 순수 물리적 용어로 ‘의자’라는 개념을 정의할 수 없음.
 - ▶ ‘고통’이라는 동일한 정신적 상태에 대해, 그와 연관된 뇌의 상태는 종에 따라 다를 수 있음.
 - ▶ 순수 물리적 용어로 ‘세포’라는 개념을 정의할 수 없음. 따라서 세포는 물리적 실체임에도 세포 생물학은 물리학으로 환원될 수 없다.



진리와 설명

.....

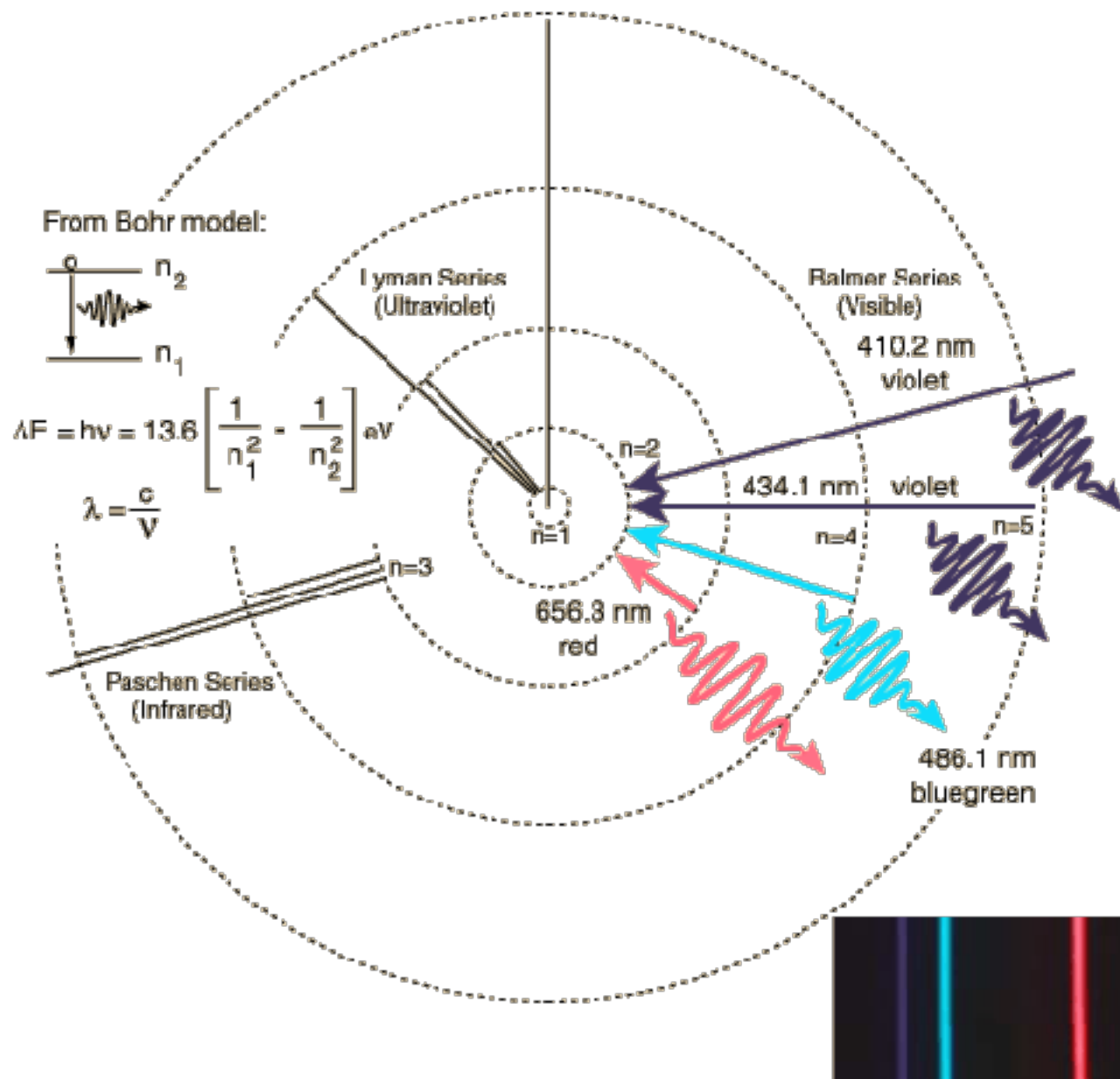
- ▶ 자연을 기술하는 일과 자연을 설명하는 일은 서로 별개의 작업
- ▶ 법칙은 둘 중 하나임
 - ▶ 넓은 영역을 포괄하고자 하나 거짓이기에 설명 능력이 없는 법칙
 - ▶ 포괄하는 영역이 (거의) 없는 세테리스 파리부스 법칙



세테리스 파리부스 법칙

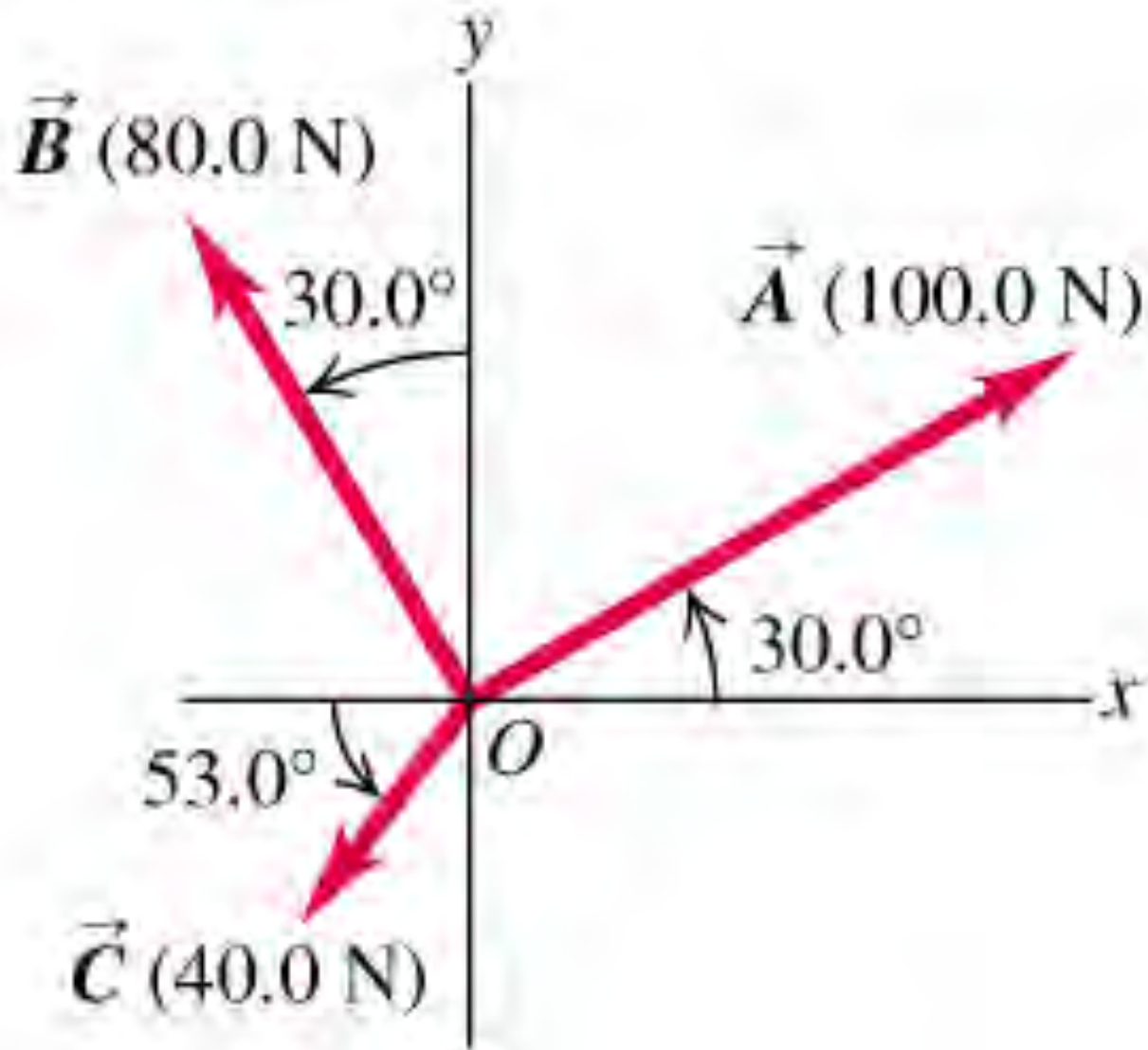
- ▶ 원래의 스넬의 법칙 : 모든 매질에 대해서 적용되는 것처럼 기술
- ▶ 사실은 거짓. 왜냐하면 이 법칙은 오직 등방성 매질에서만 참이기 때문
- ▶ 수정된 스넬의 법칙 : “광학적으로 등방성인 두 매질에 대해”라는 조건 추가
- ▶ 참이긴 하지만, 포괄 대상이 없음. 왜냐하면 대개의 매질은 광학적으로 이방성임.

세테리스 파리부스 법칙의 역할



- 이상적인 상황에서 적용되는 설명 패턴을 덜 이상적인 상황에도 적용하도록 인도
- 이는 사실 우리의 결심일 뿐
- 덜 이상적인 상황에 적용되는 참된 법칙이 이상적인 상황과 유사하다면 행운. 그러나 그것이 항상 보장되는 것은 아님.
- 덜 이상적인 상황에만 적용되는 더 일반적인 법칙이 있으면 문제는 사라지지 않을까?
- 그러한 법칙은 매우 드뭄
- 미래에 있더라도 현재는 없음

법칙이 충돌하는 경우



- ▶ (L1) 소금을 첨가하면 감자 조리 시간이 짧아지고, (L2) 고도를 높이면 감자 조리 시간이 길어진다.
- ▶ 만약 소금을 첨가하고 고도를 높인다면?
 - ▶ 비슷한 문제에 대해 역학에서는 힘의 합성을 통해 해결
 - ▶ 그러나 대개의 경우 상반된 원인의 합성 결과에 대한 법칙은 이용 가능하지 않음.
- ▶ 비옥한 땅에 뜨거운 퇴비와 함께 심은 동백나무가 일부 죽었을 때, 우리는 이 죽음을 설명할 수 있을까?
 - ▶ 포괄-법칙 없이도 설명 가능



조각보 형이상학

.....

- ▶ 포괄-법칙 이론가 : 어떤 사실이든 그것을 포괄할 수 있는 법칙이 존재한다고 가정
- ▶ 낸시 카트라이트의 상상 : 우리는 조각보처럼 어지러운 우주 속에 살고 있을 가능성도 있음.
 - ▶ “신은 몇 개의 법칙만을 쓰다가 지쳐버렸을 지도 모른다.”
- ▶ “기술(description)”이라는 활동은 참 또는 정확성이 중요하겠지만, “설명”이라는 활동은 이해가능성(통합성이나 단순성)이 중요